

超伝導量子渦ビットの試作

利用者：電気通信大学¹，日本原子力機構²，東北大学³
望月麟太郎¹，岡安悟²，野島勉³，小久保伸人¹

研究支援者：筑波大学 横川雅俊，小林弘昌，加藤一郎

【研究目的】

格子状のセルと単純な規則によるセル・オートマンは近年の半導体集積回路の微細化の限界を克服する有力な原理の一つである。本研究では、発熱の問題を抜本的に解決する超伝導体をベースに、超伝導体に現われる量子渦の配置を使って情報をコード化する超伝導量子渦ビットの試作を試みた[1]。

【成 果】

- ・利用した主な装置：パターン投影リソグラフィシステム（Heidelberg instruments, μ PG501）
- ・本支援では上記マスク製作装置を用いた技術支援により超伝導量子渦ビットの加工に必要なクロムフォトマスクの作製を行った。

Fig.1 左側は正形状に整えた微小な超伝導体に現れる量子渦配列を走査SQUID（超伝導量子干渉計）磁気顕微鏡で可視化した結果である。二つの量子渦が正方形の対角線上に並ぶ様子が分かる。正方形は対角線を二本持つことから、二つの渦状態が等価に現れる。これを“0”と“1”状態とする論理素子として用いるのが超伝導量子渦ビットである。正方形の微小超伝導体を並べることにより、セルオートマンの原理に基づく論理ゲートが提案されている。Fig.1 右側は本技術支援により作製したクロムフォトマスクと試作した超伝導量子渦ビットの光学顕微鏡写真である。後者は超伝導膜を二層重ねたもので、量子渦ビットに相当する部分が一層膜になるようにアンチドット加工されている。走査SQUID磁気顕微鏡で観察したところ、Fig.2に示すように、超伝導膜の膜厚差により量子渦ペアがアンチドット内に誘起され、電流パルスを印加することにより渦ペアの向きが変移する様子が分かる。

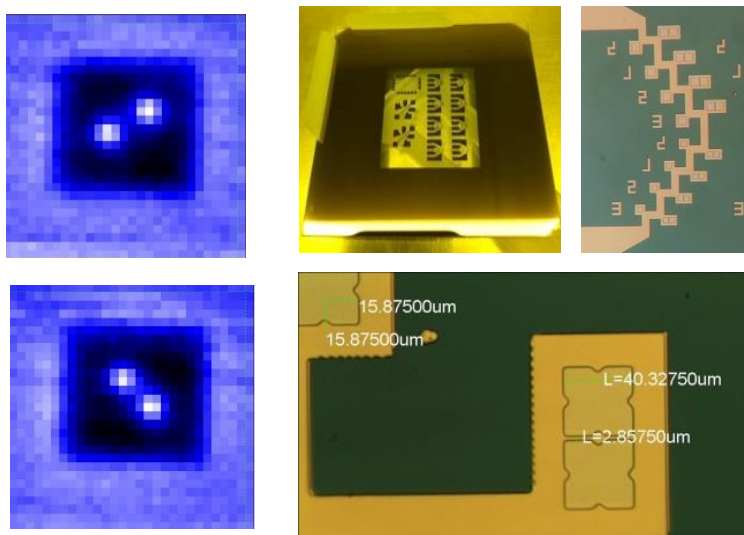


Fig.1 左：正形状の微小超伝導膜中の渦の磁気像。
右：クロムマスク上の超伝導渦ビットパターン顕微鏡像。

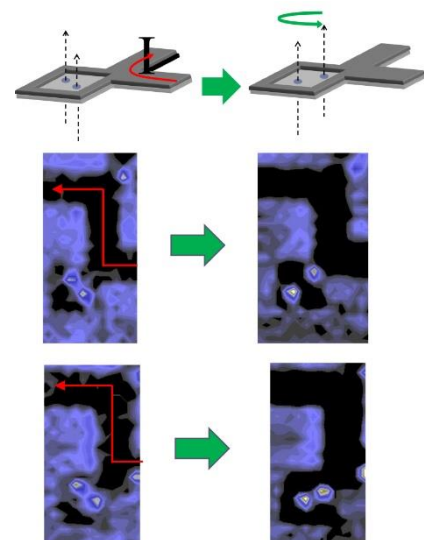


Fig.2 電流によるスイッチング効果。
赤矢印方向に100 mAの電流を1sec印加。

【支援実施機関からのコメント】

今回の量子現象確認マスクの代行試作は、プラットフォーム利用者によるマスク出来栄レビューおよびフィードバックなどを重ねることで成果につながった。

【参考文献等】

[1] 電気通信大学小久保研究室、<http://ltp.pc.uec.ac.jp/research.html>